



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 46 309.3

**Anmeldetag:** 4. Oktober 2002

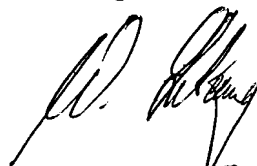
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Magnetresonanzgerät mit einer Höhlung und mit einem in der Höhlung angeordneten Gradientenspulensystem

**IPC:** G 01 R 33/385

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. August 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

  
Leteng

## Beschreibung

Magnetresonanzgerät mit einer Höhlung und mit einem in der Höhlung angeordneten Gradientenspulensystem

5

Die Erfindung betrifft ein Magnetresonanzgerät mit einer Höhlung und mit einem in der Höhlung angeordneten Gradientenspulensystem.

10

Die Magnetresonanztechnik ist eine bekannte Technik unter anderem zum Gewinnen von Bildern eines Körperinneren eines Untersuchungsobjekts. Dabei werden in einem Magnetresonanzgerät einem statischen Grundmagnetfeld, das von einem Grundfeldmagneten erzeugt wird, schnell geschaltete Gradientenfelder überlagert, die von einem Gradientenspulensystem erzeugt werden. Ferner umfasst das Magnetresonanzgerät ein Hochfrequenzsystem, das zum Auslösen von Magnetresonanzsignalen Hochfrequenzsignale in das Untersuchungsobjekt einstrahlt und die ausgelösten Magnetresonanzsignale aufnimmt, auf deren

20

Basis Magnetresonanzbilder erstellt werden.

Zum Erzeugen von Gradientenfeldern sind in Gradientenspulen des Gradientenspulensystems entsprechende Ströme einzustellen. Dabei betragen die Amplituden der erforderlichen Ströme bis zu mehreren 100 A. Die Stromanstiegs- und -abfallraten betragen bis zu mehreren 100 kA/s. Auf diese sich zeitlich verändernden Ströme in den Gradientenspulen wirken bei vorhandenem Grundmagnetfeld in der Größenordnung von 1 T Lorentzkkräfte, die zu Schwingungen des Gradientenspulensystems führen. Diese Schwingungen werden über verschiedene Ausbreitungswege an die Oberfläche des Magnetresonanzgeräts weitergegeben. Dort werden die Mechanikschwingungen in Schallschwingungen umgesetzt, die schließlich zu an sich unerwünschtem Lärm führen. Des Weiteren können die Lorentzkkräfte auch noch zu einer an sich unerwünschten Starrkörperbewegung des Gradientenspulensystems gegenüber dem übrigen Magnetresonanzgerät führen.

30

35

Aus der DE 197 22 481 A1 ist ein Magnetresonanzgerät bekannt, bei dem ein Grundfeldmagnet eine erste Fläche und ein Gradientenspulensystem eine zweite Fläche aufweisen, wobei die beiden einander zugewandten Flächen voneinander beabstandet angeordnet sind und eine Geräuschminderungseinrichtung zum Dämpfen der Schwingungen des Gradientenspulensystems und/oder zum Versteifen des Gradientenspulensystems in Kontakt mit beiden Flächen angeordnet ist. In einer Ausführungsform umfasst dabei die Geräuschminderungsvorrichtung zum Ausbilden eines geschlossenen, abgedichteten Raums zwischen den beiden Flächen entsprechende Dichtungen, wobei der Raum mit Sand, Schaum, einer unter Druck stehenden Flüssigkeit oder anderen schwingungsdämpfenden und/oder versteifenden Stoffen gefüllt ist. In einer anderen Ausführungsform umfasst die Geräuschminderungseinrichtung mehrere Kissen, die mit einem der vorgenannten Stoffe gefüllt sein können. In wiederum einer anderen Ausführungsform ist bei einem, eine zylinderförmige Höhlung aufweisenden Grundfeldmagneten, in dessen Höhlung ein hohlzylinderförmiges Gradientenspulensystem angeordnet ist, die Geräuschminderungseinrichtung durch Keile gebildet, die zwischen die beiden Flächen eingespreizt sind.

Des Weiteren ist aus der DE 101 56 770 A1 ein Magnetresonanzgerät mit einem Gradientenspulensystem bekannt, bei dem eine elektrisch leitfähige Struktur derart angeordnet und ausgebildet ist, dass wenigstens innerhalb eines Abbildungsvolumens des Magnetresonanzgeräts ein von einem Gradientenfeld über Induktionseffekte hervorgerufenen Magnetfeld der Struktur dem Gradientenfeld ähnlich ist. Dabei ist in einer Ausführungsform wenigstens ein Teil der Struktur als ein Bestandteil eines Grundfeldmagneten fassmantelförmig ausgebildet. Dadurch ist unter anderem das Gradientenspulensystem ohne Abschirmspulen ausbildbar, da die an sich unerwünschten Folgen der geschalteten Gradientenfelder aufgrund der Ähnlichkeit des durch die Struktur hervorgerufenen Magnetfeldes durch eine Vorverzerrung vollständig beherrschbar sind.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Magnetresonanzgerät zu schaffen, bei dem insbesondere auch ein Gradientenspulensystem, das abschnittsweise unterschiedliche Eigensteifigkeiten aufweist, sicher und lärmarm im Magnetresonanzgerät befestigt werden kann.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Gemäß Anspruch 1 umfasst ein Magnetresonanzgerät mit einer Höhlung und mit einem in der Höhlung angeordneten Gradientenspulensystem, das in einem Mittenbereich eine geringere mechanische Steifigkeit aufweist als in sich an den Mittenbereich anschließenden Randbereichen, zum Abstützen des Mittenbereichs gegen eine Begrenzungsfläche der Höhlung Abstützmittel.

Dadurch ist auch das im Mittenbereich mechanisch geschwächte Gradientenspulensystem derart ins Magnetresonanzgerät einbaubar, dass für das Gesamtsystem eine hohe Steifigkeit erzielt wird, was eine geringe Lärmemission des Magnetresonanzgeräts zur Folge hat.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Figuren. Dabei zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt durch eine Magnetresonanzgerät mit einem Gradientenspulensystem, das in einem Mittenbereich gegen den Grundfeldmagneten abgestützt und in Randbereichen mit dem Grundfeldmagneten verklebt ist, und

Figur 2 einen Längsschnitt durch eine Magnetresonanzgerät mit einem Gradientenspulensystem, das in einem Mittenbereich ge-

gen den Grundfeldmagneten abgestützt und in Randbereichen mit dem Grundfeldmagneten verkeilt ist.

Die Figur 1 zeigt als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung einen Längsschnitt durch ein Magnetresonanzgerät. Dabei umfasst das Magnetresonanzgerät zum Erzeugen eines statischen Grundmagnetfelds einen supraleitenden Grundfeldmagneten 10 mit einer Höhlung 12, die in einem Mittenbereich 14 fassmantelartig ausgebaucht und in Randbereichen 16 und 18, die sich beiderseits des Mittenbereichs 14 anschließen, zylinderförmig ausgebildet ist. Dabei ist der Grundfeldmagnet 10 beispielsweise entsprechend der eingangs zitierten DE 101 56 770 A1 gestaltet.

In der Höhlung 12 des Grundfeldmagneten 10 ist zum Erzeugen von Gradientenfeldern ein Gradientenspulensystem 20 angebracht. Dabei umfasst das Gradientenspulensystem 20 zwei baulich selbständige, hohlzylinderförmige Einheiten 22 und 24, wobei jede der Einheiten 22 und 24 wenigstens die Teilspulen von Gradientenspulen des Gradientenspulensystems 20 beinhaltet. So beinhaltet jede der Einheiten 22 und 24 zwei sattelförmige Teilspulen einer ersten transversalen Gradientenspule, zwei weitere sattelförmige Teilspulen einer zweiten transversalen Gradientenspule und eine solenoidartige Teilspule einer longitudinalen Gradientenspule. Dabei sind die Einheiten 22 und 24 beispielsweise mit einer üblichen Vakuumvergussmethode hergestellt.

Des Weiteren umfasst das Gradientenspulensystem 20 einen, aus einem glas- und/oder kohlefaserverstärkten Kunststoff hergestellten Träger 26, in dessen Randbereichen die beiden Einheiten 22 und 24 zueinander beabstandet befestigt sind. Der Träger 26 beinhaltet dabei ein passives Shimsystem, wozu der Träger 26 mit entsprechenden Aufnahmeöffnungen zum Einschieben von mit ferromagnetischen Shimelementen bestückten Shimträgern ausgebildet ist. Die plättchenartigen Shimelemente sind dabei mit dem Shimträger verschraubt oder verklebt.

In einer anderen Ausführungsform können auch die Shimelemente aufnehmende Shimkästen eingesetzt werden.

5 Ferner weist der Träger 26 in einem Mittenbereich 28 vier, in Umfangsrichtung verteilte Bohrungen 29 mit einem Gewinde zum Führen von Abstützmitteln 30 auf. Über die Abstützmittel 30 wird das Gradientenspulensystem 20 zusätzlich im Mittenbereich 14 der Höhlung 12 fixiert. Dabei weisen die Abstützmittel 30 vier in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Teile auf, wobei jedes der Teile einen Gewindebolzen 32 und einen Druckteller 34 aus einem weichen Material wie Gummi oder Kunststoff aufweist. Über ein Anzugsmoment der Gewindebolzen 32 kann in Abhängigkeit vom Einsatz des Gradientenspulesystems 20 die Fixierung von weich bis hart gewählt werden. Da-  
10 durch ist ein Übertragen von mechanischen Schwingungen, die vom Gradientenspulensystem 20 ausgehen, auf das übrige Magnetresonanzgerät minimierbar.

20 Zwischen den Außenmantelflächen der beiden Randbereiche des Trägers 26, in denen die Einheiten 22 und 24 befestigt sind, und der dazu unmittelbar zugewandten Oberfläche des Grundfeldmagneten 10 ist ein Klebstoff 50 eingebracht, der das Gradientenspulensystem 20 mit dem Grundfeldmagneten 10 dort durch Flächenhaftung verbindet. Als Klebstoff 50 sind Klebstoffe verschiedenster Art, so auch Montageschäume, einsetzbar, wobei sowohl physikalisch abbindende Klebstoffe zum Nasskleben, Kontaktkleben, Aktivierkleben und Haftkleben als auch chemisch abbindende Klebstoffe zum Reaktionskleben, umfassend chemisch aushärtende Klebstoffe, beispielsweise ein  
25 aushärtendes Harz, geeignet sind. Dadurch sind vorgenannte Oberflächen großflächig und formschlüssig im Grundfeldmagneten 10 befestigt, was die Steifigkeit des Einbaus des Gradientenspulensystems 20 weiter erhöht.

35 Als Klebstoff 50 ist ferner auch ein Klebstoff mit einer Schmelztemperatur in etwa zwischen 50°C und 90°C, beispielsweise ein Wachs oder ein ähnlich niedrig schmelzendes Materi-

al verwendbar. Im Normalbetrieb des Gradientenspulensystems 20 ist durch entsprechende Steuerung der Ströme in den Teilspulen und einer gegebenenfalls im Gradientenspulensystem 20 vorhandenen Kühleinheit sichergestellt, dass eine Temperatur am Außenmantel des Trägers 26 im Bereich der Einheiten 22 und 24 ausreichend von der Schmelztemperatur des verwendeten Wachses beabstandet ist. Für ein zerstörungsfreies Ausbauen des Gradientenspulensystems 20 ist lediglich eine Temperatur des Außenmantels des Trägers 26 im Bereich der Einheiten 22 und 24 über den Schmelzpunkt des eingesetzten Klebstoffs 50 zu erwärmen. Dazu können in den Teilspulen entsprechende Ströme eingestellt werden. In einer anderen Ausführungsform ist das Gradientenspulensystem 20 mit einer zusätzlichen Heizeinrichtung versehen. Damit ist das Gradientenspulensystem 20 reversibel und zerstörungsfrei ein- und ausbaubar.

Zum Senden von Hochfrequenzsignalen und Empfangen von Magnetresonanzsignalen ist ein speziell ausgebildetes Antennensystem 40 zwischen den beiden Einheiten 22 und 24 zur Befestigung an den beiden Einheiten 22 und 24 vorgesehen.

Die Figur 2 zeigt als ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung einen Längsschnitt durch ein Magnetresonanzgerät, das im Wesentlichen dem der Figur 1 entspricht. Lediglich anstelle des Verklebens sind die Randbereiche des Gradientenspulensystems 20 über beispielsweise aus der DE 197 22 481 A1 bekannten Keile 55 in der Höhlung 12 verkeilt.

Gegenüber dem so abgestützten Gradientenspulensystem 20 müsste dahingegen bei einem konventionellen Einbau des Gradientenspulensystems 20, das beispielsweise nur über vorgenannte Keile 55 befestigt ist und keine Abstützmittel 30 umfasst, aufgrund des in der Mitte lediglich durch den Träger 26 gebildeten und damit dort mechanisch geschwächten Gradientenspulensystems 20 mit einem Schwingen des Gradientenspulensystems 20 mit niedriger Dämpfung und damit höherer Lärmemission

gerechnet werden. Des Weiteren könnte dabei das zwischen den  
Einheiten 22 und 24 befestigte Antennensystem 40 aufgrund der  
stärkeren Relativbewegungen der beiden Einheiten 22 und 24  
beschädigt oder gar zerstört werden und der Träger 26 im Mit-  
5    tenbereich 28 sogar brechen.



## Patentansprüche

1. Magnetresonanzgerät mit einer Höhlung und mit einem in der Höhlung angeordneten Gradientenspulensystem, das in einem  
5 Mittenbereich eine geringere mechanische Steifigkeit aufweist als in sich an den Mittenbereich anschließenden Randbereichen, wobei das Magnetresonanzgerät zum Abstützen des Mittenbereichs gegen eine Begrenzungsfläche der Höhlung Abstützmittel umfasst.
- 10 2. Magnetresonanzgerät nach Anspruch 1, wobei das Gradientenspulensystem einen Träger umfasst.
- 15 3. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Gradientenspulensystem wenigstens zwei Einheiten umfasst, die wenigstens die Teilspulen der Gradientenspulen des Gradientenspulensystems beinhalten.
- 20 4. Magnetresonanzgerät nach Anspruch 3, wobei wenigstens eine der Einheiten als eine baulich selbständige Einheit ausgebildet ist.
- 25 5. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei die zwei Einheiten im Mittenbereich zueinander beabstandet im Träger befestigt sind.
- 30 6. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Gradientenspulensystem, der Träger und/oder die Einheiten hohlzylinderförmig ausgebildet sind.
7. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Höhlung in einem Mittenbereich fassmantelartig ausgebaut ist.
- 35 8. Magnetresonanzgerät nach Anspruch 7, wobei die Höhlung beiderseits des fassmantelartigen Mittenbereichs je einen zylinderförmigen Randbereich bildend ausgestaltet ist.

9. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Magnetresonanzgerät einen Grundfeldmagneten umfasst, der die Höhlung aufweist.

5

10. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Abstützmittel wenigstens drei, in einer Umfangsrichtung des Gradientenspulensystems verteilt angeordnete Teile umfassen.

10

11. Magnetresonanzgerät nach Anspruch 10, wobei wenigstens eines der Teile einen Gewindebolzen mit einem der Begrenzungsfläche der Höhlung zugewandten Druckteller umfasst.

15

12. Magnetresonanzgerät nach Anspruch 11, wobei der Träger des Gradientenspulensystems zum Führen des Gewindebolzens eine entsprechende Bohrung mit einem Gewinde umfasst.

20

13. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Randbereiche des Gradientenspulensystems mit der Begrenzungsfläche der Höhlung durch einen Klebstoff verbunden sind.

25

14. Magnetresonanzgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Gradientenspulensystem in den Randbereichen in der Höhlung verkeilt ist.


## Zusammenfassung

Magnetresonanzgerät mit einer Höhlung und mit einem in der Höhlung angeordneten Gradientenspulensystem

5

Ein Magnetresonanzgerät mit einer Höhlung und mit einem in der Höhlung angeordneten Gradientenspulensystem, das in einem Mittenbereich eine geringere mechanische Steifigkeit aufweist als in sich an den Mittenbereich anschließenden Randbereichen, umfasst zum Abstützen des Mittenbereichs gegen eine Begrenzungsfläche der Höhlung Abstützmittel.

10



Figur 1

15





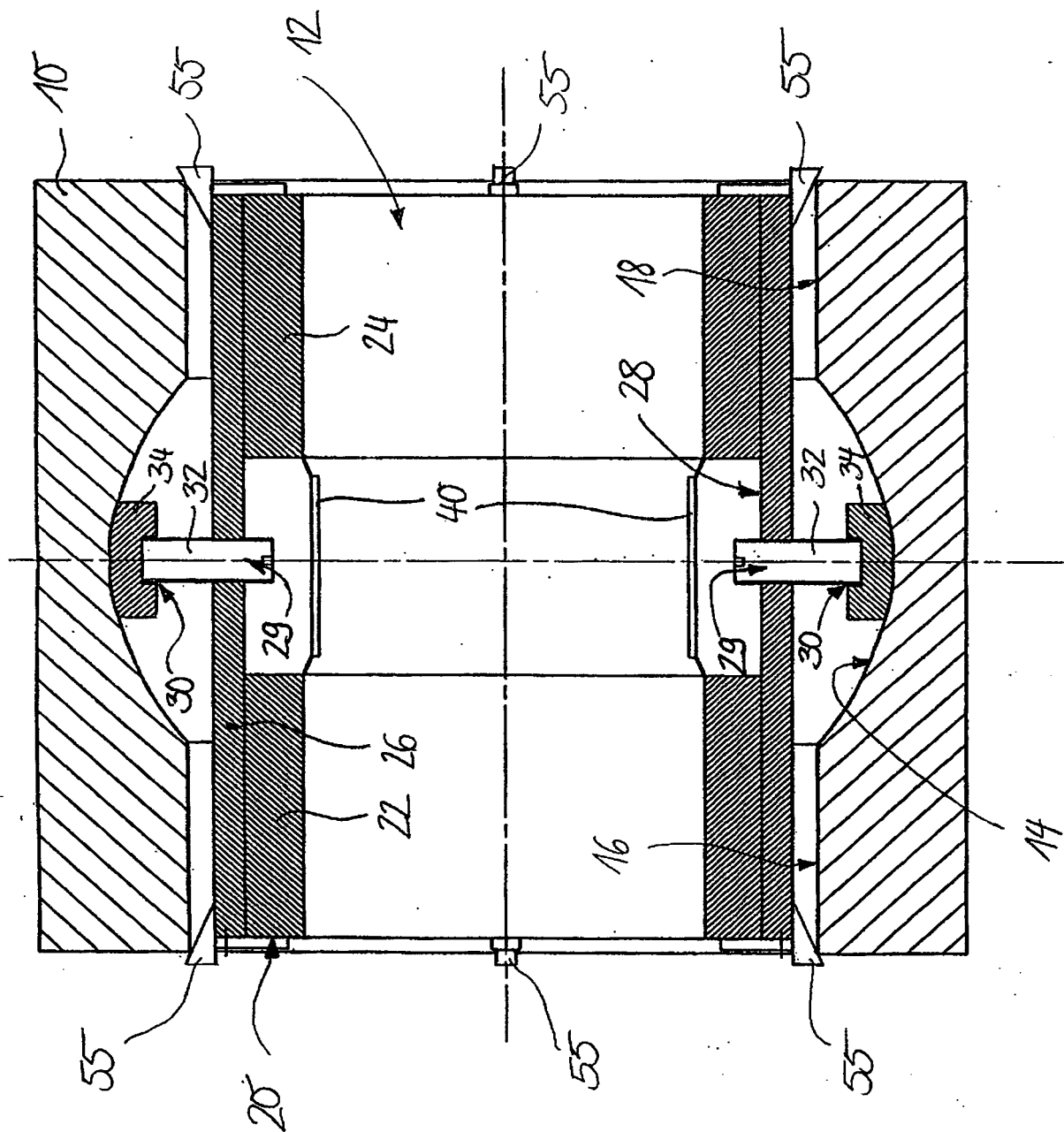


FIG 2